

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-185825
(43)Date of publication of application : 13.08.1991

(51)Int.Cl.

H01L 21/302
C23F 4/00
H01L 21/205
H01L 21/31

(21)Application number : 01-323744

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI TOKYO ELECTRON CO LTD

(22)Date of filing : 15.12.1989

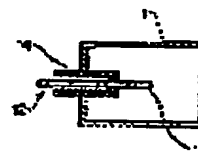
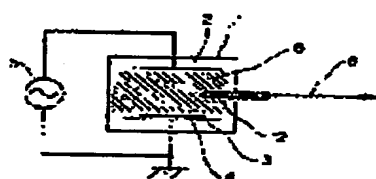
(72)Inventor : KAWADA ISAO
OKABE TSUTOMU
ENAMI TOSHIO

(54) SEMICONDUCTOR WAFER PROCESSING EQUIPMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect various parameters of plasma, and realize real time recognition and management of plasma state, by arranging an electrostatic probe in an atmosphere, in an equipment in which plasma generated by applying high frequency electric power to a pair of electrodes arranged in the atmosphere of low pressure reactive gas is utilized, and processing like etching is performed for a semiconductor wafer.

CONSTITUTION: An electrostatic probe 12 is fixed and arranged on the side wall of a processing chamber 1 for etching, so as to be exposed to a space between electrodes 2, 3 or an adjacent space in the chamber 1. Said probe 12 is constituted of a rod type or disk type or sphere type electrode 13 and an insulating member 14 which insulates, fixes, and holds the electrode 13, and connected with a detecting equipment and a signal processing equipment. Detected plasma density, electron temperature, plasma potential, etc., are converted to voltages or currents suitable for application. Thereby processed results can be shown by indicators, or can be displayed as images. That is, the state of plasma in which the wafer 4 is subjected to processing can be monitored without time delay.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]--

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

平3-185825

⑫ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)8月13日

H 01 L 21/302
C 23 F 4/00
H 01 L 21/205
21/31

C 8122-5F
A 7179-4K
7739-5F
C 6940-5F

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑭ 発明の名称 半導体ウェハ処理装置

⑮ 特 願 平1-323744

⑯ 出 願 平1(1989)12月15日

⑰ 発 明 者 川 田 勲 東京都青梅市藤橋3丁目3番地2 日立東京エレクトロニクス株式会社内
⑰ 発 明 者 岡 部 勉 東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株式会社日立製作所武蔵工場内
⑰ 発 明 者 榎 波 俊 雄 東京都青梅市藤橋3丁目3番地2 日立東京エレクトロニクス株式会社内
⑰ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑰ 出 願 人 日立東京エレクトロニクス株式会社 東京都青梅市藤橋3丁目3番地2
⑰ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

半導体ウェハ処理装置。

1. 発明の名称

半導体ウェハ処理装置

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

2. 特許請求の範囲

1. 低圧反応性ガスの雰囲気中に配設された一対の電極間に高周波電力を印加し、その際に生じるプラズマを利用して前記電極間に配設された半導体ウェハにエッチングなどの処理を施す半導体ウェハ処理装置であって、前記雰囲気中にプラズマの流量を検出する静電探針を設置することを特徴とする半導体ウェハ処理装置。

本発明はプラズマを利用した半導体ウェハの処理技術、特に、プラズマ条件を把握してエッチングなどの処理を最適に行うために用いて効果のある技術に関するものである。

〔従来の技術〕

例えば、シリコンなどから成る半導体基板に所望のパターンを形成しようとする場合、通常、光蝕刻法が用いられる。このための装置として、プラズマエッチング装置があり、低圧反応性ガスで満たされた処理室に一対の電極を配置し、この電極間でかつ一方の電極に近接させて感光露光のウェハを設置し、電極間に高周波電力を印加し、その際に生じるプラズマを用いてパターン形成を行う構成がとられている。

2. 前記静電探針は、棒状、円板状、球状の何れか又はその組合せであることを特徴とする請求項1記載の半導体ウェハ処理装置。

3. 前記静電探針は、前記一対の電極の内の半導体ウェハが装著される側の電極に、電気的に絶縁して埋め込むことを特徴とする請求項1記載の半導体ウェハ処理装置。

プラズマ処理装置については、特開昭64-23536号公報に記載されているものがある。

4. 前記静電探針が、前記ウェハ上を検出時に回転移動することを特徴とする請求項3記載の半

ところで、本発明者は、プラズマの流量の変動

に起因するエッチング特性の変動について検討した。

以下は、本発明者によって検討された技術であり、その概要は次の通りである。

第8図は半導体ウェハ処理装置としてのプラズマエッチング装置の構成例を示すものである。

密閉状態にされた内部に低圧反応性ガス（四フッ化炭素：CF₄、など）が満たされるエッチング処理室1には、上下に一对の電極2、3が設置され、この電極3上にウェハ4が配設される。電極3は接地され、この電極3と電極2との間には、プラズマ6を発生させるための高周波電源5が接続されている。

エッチング処理室1には、供給する低圧反応性ガス8の量を調整するための流量制御装置7が接続され、さらにエッチング処理室1内のガス圧を検出するために圧力計9が取付けられている。また、エッチング処理室1内を真空にするために、圧力調整弁11を介して真空ポンプ10が接続されている。

部分となる。

この場合、放電条件は、処理ガス（種類及び流量）、高周波電源（電力量及び周波数）、エッチング処理室1の構造（形状、材質）、電極2、3（径及び間隔）などによって決定される。したがって、所望のエッチング特性を得るためには、前記の各諸量が最適になるような設計をする。また、エッチング時においては高周波電源の電力量及び処理ガスの流量を手動によって最適になるように調整することが行われている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、前記の如き構成の半導体ウェハ処理装置においては、エッチングが最適に行われたか否かをリアルタイムに検出する手段がなく、試験用のウェハで最適なエッチングが得られるように高周波電力及びガス供給量を設定し、これを基に実際のエッチング処理を行うようにしているため、途中で放電条件が変化（例えば、電極への異物付着、高周波インピーダンスの変化などが原因）しても、その把握も対処もできず、安定なエッチン

以上の構成において、エッチングを行うに際しては、ウェハ4をエッチング処理室1の電極3上にセットし、圧力調整弁11を開けて真空ポンプ10を稼働させ、エッチング処理室1内の空気を排出すると共に、低圧反応性ガス8をエッチング処理室1内に導入し、エッチング処理室1内を低圧に保持する。エッチング処理室1内の圧力は、常時圧力調整弁11によって検出され、その検出値が所望値になるように、不図示の制御装置によって圧力調整弁11の開度が調整される。

ここで、高周波電源5を作動させ、電極2と電極3間に高周波電力を印加すると、エッチング処理室1内にプラズマが発生し、このプラズマが低圧反応性ガス8の化合物を分解し、活性な遊離電子を発生させ、ウェハ4の表面に化学反応を生じさせる。例えば、低圧反応性ガス8がCF₄の場合、プラズマによってCF₄が放電し、活性なフッ素ラジカルFを発生させ、Si、SiO₂、SiN_xなどと反応し、これによって揮発性のSiF₄が生じ、そして蒸発する。この蒸発部分がエッチングされた

グ処理を継続させることが難しいという問題のあることが本発明者によって見出された。

そこで、本発明の目的は、動作中における放電条件の検出を可能にし、プラズマの状態を把握できるようにした半導体ウェハ処理技術を提供することにある。

本発明の前記目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

〔課題を解決するための手段〕

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下の通りである。

すなわち、低圧反応性ガスの雰囲気中に配設された一对の電極間に高周波電力を印加し、その際に生じるプラズマを利用して前記電極間に配設された半導体ウェハにエッチングなどの処理を施す半導体ウェハ処理装置であって、前記雰囲気中にプラズマの諸量を検出する静電探針を設置するものである。

〔作用〕

上記した手段によれば、半導体ウェハの表面と、これに接するプラズマとの相互作用でなされるエッチングなどの処理は、プラズマ密度、プラズマ電位、電子温度などのプラズマ諸量の変動に応じて影響を受けるが、このプラズマ諸量は静電探針を低圧反応性ガスの雰囲気中に配設することにより検出することができる。したがって、このプラズマ諸量の検出から、現状のプラズマ状態を把握し、さらには高周波電源やガスの流量制御装置の制御を行うことが可能になり、エッチング条件などの最適化を効率よく行うことが可能になる。

【実施例1】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明による半導体ウェハ処理装置の主要部を示す構成図、第2図はその静電探針等の概略断面図である。第1図においては、第8図に用いたと同一であるものには同一引用数字を用いたので、以下においては重複する説明を省略する。

エッチング処理室1の電極2、3の間の空間内

いる時のプラズマ状態を遅延なしに監視（モニタ）することが可能になる。

さらに、静電探針12の検出情報を処理し、その結果に基づいて高周波電源5及び流量制御装置7を制御し、又はこれらの一方を制御するアルゴリズム及びシステムを構築することにより、最適なウェハ処理を行うための最適なプラズマ状態を自動的に形成することが可能になる。

なお、静電探針12は、エッチング処理室1内に常時露出させたままにしておくと、表面に異物が付着し、その特性が劣化するので、前後進（あるいは水平回転）が可能な駆動機構を設け、静電探針12をエッチング処理室1の外あるいは異物の付着しにくい位置に後退（または移動）させることができるようにしている。

また、静電探針12は、固定したままプラズマ状態を検出を行うものとしたが、ウェハ4の上方を流るように回転させることにより、更に実際の使用状況にかなう検出を行うことができる。

【実施例2】

あるいは真空空間に接続する空間に露出させて、静電探針12がエッチング処理室1の側壁に固定設置されている。この静電探針12によって、放電条件を左右する要素であるプラズマ密度、電子温度、プラズマ電位などを検出することができる。

静電探針12は、第2図に示すように、棒状の電極13、及びこの電極13をエッチング処理室1に絶縁して固定保持するための絶縁体14から構成されている。電極13は、化学的な影響を受けにくい白金などが用いられる。

そして、静電探針12には、不図示の検出装置あるいは信号処理装置が接続され、検出したプラズマ密度、電子温度、プラズマ電位などを使用に適した電圧または電流の形に変換される。したがって、処理結果を指示計に指示させ、更には画像処理を行ってCRTなどに画像表示を行うことが可能になる。すなわち、従来は、ウェハ4をエッチング処理室1から取り出した後に、そのエッチング状況からプラズマ状態を推定していたが、本発明によれば、ウェハ4に対して処理が行われて

第3図は本発明の他の実施例を示す斜視図であり、第4図は静電探針の詳細を示す断面図である。本実施例においても、第8図に用いたと同一であるものには同一引用数字を用いたので、以下においては重複する説明を省略する。

本実施例は、前記実施例が静電探針をエッチング処理室1内に露出させていたのに対し、接地側の電極3に複数（第3図では3個）の静電探針15を埋め込むようにしたものである。静電探針15の各々は、第4図に示すように、電極3との電気的接続が生じるのを防止するために絶縁体16を介して電極3に取付けられている。

この実施例によれば、静電探針15がウェハ4の直下にある、かつ複数の各々が個別に検出するため、正確なプラズマ状態を検出することができる。すなわち、電極3に設けられているので、電極3に入射するイオン化電流密度分布を得ることができ、これに基づいてエッチレートなどのエッチング特性分布の管理が実際の使用状況に近い状態で行うことが可能になる。

次に、第3図の構成を用いて実施した結果を第5図及び第6図に示す。ここでは、静電探針15を5個（静電探針15a, 15b, 15c, 15d, 15e）とし、第7図に示すように、一直線上に22.5mm間隔の配列としている。

第5図は、複数の圧力値のもとでの静電探針15の位置とイオン化電流密度〔 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 〕及び SiO_2 のエッチレート〔 $\text{\AA}/\text{min}$ 〕の関係を示し、横軸の数字は静電探針15の通し番号を示している。また、第6図は高周波電源5の高周波電力〔W〕に対するイオン化電流密度〔 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 〕及び SiO_2 のエッチレート〔 nm/min 〕の関係を示している。なお、第6図での条件は、次の通りである。

周波数：400KHz

ガス：CHF₃ 20SCCM

CF₄ 10SCCM

Ar 50SCCM

圧力：0.5Torr

第6図から明らかなように、高周波電力を固定

することによって、イオン化電流密度及び SiO_2 のエッチレートが変化する。そして、これら変化は第5図に示すように、各静電探針15の設置位置及び圧力検出値に応じてリアルタイムに正確に検出される。したがって、この静電探針15による検出値を処理してプラズマ状態を知ることにより、監視あるいはプラズマ条件の調整の自動的を図ることができる。

以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

例えば、第1図の実施例においては、棒状の静電探針12を用いるものとしたが、この他、例えば円板状や球状であってもよい。

また、以上の説明では、主として本発明者によってなされた発明をその利用分野であるプラズマエッチング装置に適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、プ

ラズマCVD (Chemical Vapour Deposition) 装置、プラズマアッシング装置などに適用することも可能である。

〔発明の効果〕

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記の通りである。

すなわち、低圧反応性ガスの雰囲気中に配設された一対の電極間に高周波電力を印加し、その際に生じるプラズマを利用して前記電極間に配設された半導体ウェハにエッチングなどの処理を施す半導体ウェハ処理装置であって、前記雰囲気中にプラズマの諸量を検出する静電探針を設置するようにしたので、プラズマ諸量の検出から現状のプラズマ状態をリアルタイムに把握し、プラズマの管理が可能になる。更には高周波電源やガスの流量制御装置の制御を行うことが可能になり、従来のように経験や勘に頼ったエッチング条件などの設定に代えて、条件設定を計測値に基づいて最適に効率よく行うことが可能になる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による半導体ウェハ処理装置の主要部を示す構成図、

第2図はその静電探針等の概略断面図、

第3図は本発明の他の実施例を示す斜視図、

第4図は本発明に係る静電探針の詳細を示す断面図、

第5図は、複数の圧力値のもとでの静電探針の位置とイオン電流密度及び SiO_2 のエッチレートの関係を示す特性図、

第6図は高周波電源の高周波電力に対するイオン電流密度及び SiO_2 のエッチレートの関係を示す特性図、

第7図は第5図及び第6図の測定に用いた静電探針の詳細を示す平面図、

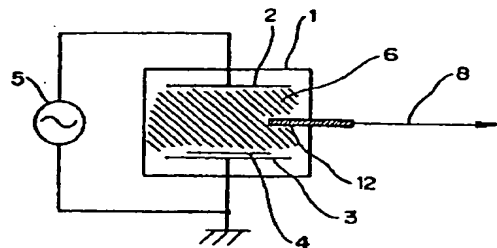
第8図は従来の半導体ウェハ処理装置としてのプラズマエッチング装置の一例を示す概略構成図である。

1・・・エッチング処理室、2, 3, 13・・・電極、4・・・ウェハ、5・・・高周波電源、

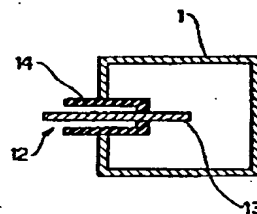
6・・・プラズマ、7・・・流量制御装置、8・・・
 低圧反応性ガス、9・・・圧力計、10・・・
 真空ポンプ、11・・・圧力調整弁、12、1
 5、15a、15b、15c、15d、15e・・・
 静電探針、14、16・・・絶縁体。

代理人 弁理士 小川 勝

第1図

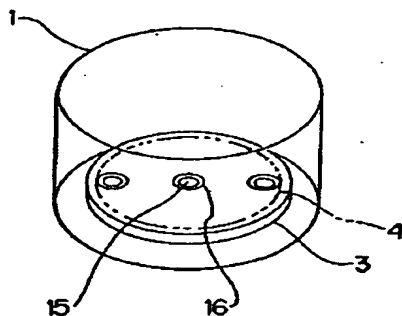


第2図

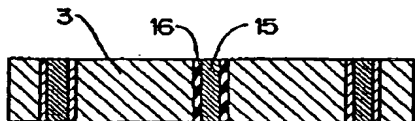


1:エッチング処理室 8:低圧反応性ガス
 2, 3, 13:電極 12:静電探針
 4:ウェハ 14:絶縁体
 5:高周波電源

第3図

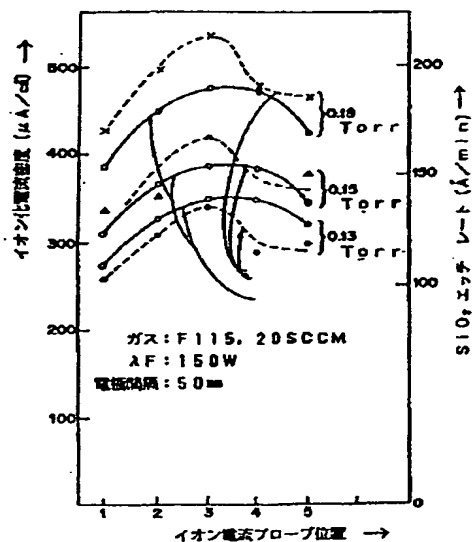


第4図

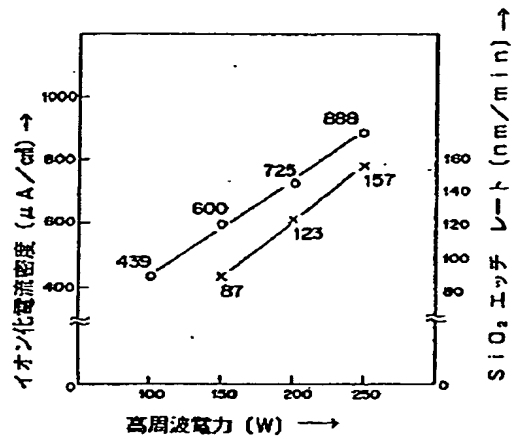


15:静電探針
 16:絶縁体

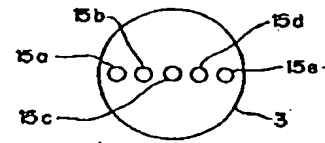
第5図



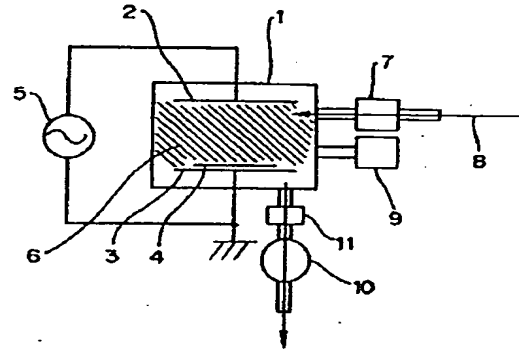
第6図



第7図



第8図



15 a, 15 b, 15 c, 15 d, 15 e, : 静電探針